

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-160598

(43)Date of publication of application : 04.06.2002

P03NM-05805

(51)Int.Cl.

B60R 21/00

G01B 11/00

G06T 1/00

(21)Application number : 2000-358135

(71)Applicant : FUJI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 24.11.2000

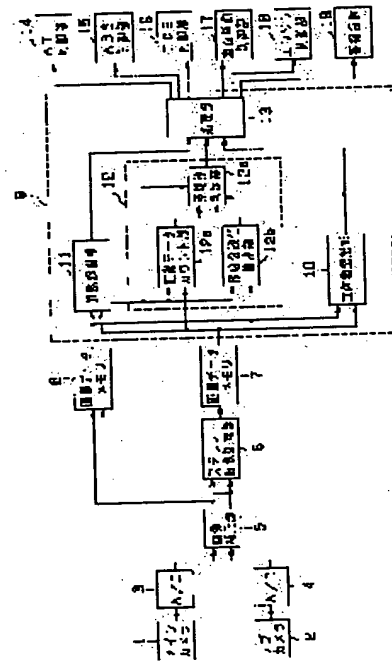
(72)Inventor : KOGURE MASARU

## (54) OUTSIDE CAR CONTROL DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a outside car control device which can accurately detect a dry condition on the road.

SOLUTION: A road dry decision part 12c decides that the road is not dry when a road average brightness Br computed in a road confirmation part 11 is large or road surface data value I computed in a distance data count part 12a is large and also a brightness dispersion value VAR computed in a brightness dispersion computing part 12b is large. To the road which is decided as dry the road dry decision part 12c decides that the road is dry when a under road data value J computed in the distance data count part 12a is small. And also the road dry decision part 12c decides that the road is dry when a car line reliable value D computed in the road confirmation part 11 is high even when the under-road data value J is large.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.02.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3626905

[Date of registration]

10.12.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

[JP,2002-160598,A]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

 CLAIMS
 

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] In the supervisory equipment outside a vehicle which detects the road surface condition of a road from the picturized image A road recognition means to recognize the road configuration which includes lane detection based on the above-mentioned image, It has a road surface condition recognition means to judge whether the road surface of the road recognized with the above-mentioned road recognition means is dryness. The above-mentioned road surface condition recognition means Supervisory equipment outside a vehicle characterized by judging with a road surface being dryness when higher than the threshold to which the reliability of the lane detected with the above-mentioned road recognition means was set, even if a road surface is a road surface judged as possibility of being a damp or wet condition being high.

[Claim 2] Based on the image of the picturized pair, it has a stereo image-processing means to compute the distance data of the object on the image concerned. The above-mentioned road recognition means Based on the brightness information of the above-mentioned distance data and the above-mentioned image, three-dimensions-recognition of a road configuration including lane detection is performed. The above-mentioned road surface condition recognition means Supervisory equipment outside a vehicle according to claim 1 characterized by judging with possibility that a road surface is a damp or wet condition when it is beyond the threshold to which the number of the distance data which exist below a road surface location in a setting field above-mentioned path on the street was set being high.

[Claim 3] The above-mentioned road surface condition recognition means is supervisory equipment outside a vehicle according to claim 1 or 2 characterized by judging with a road surface not being dryness when larger than the threshold to which the average luminance of the road surface in the above-mentioned road was set.

[Claim 4] The above-mentioned road surface condition recognition means is supervisory equipment outside a vehicle given in any of claim 1 characterized by judging with a road surface not being dryness when larger than the threshold to which the variance of brightness above-mentioned path on the street was set more greatly than the threshold to which the number of the distance data which exist on the field of a road surface in a setting field above-mentioned path on the street was set thru/or claim 3 they are.

---

 DETAILED DESCRIPTION
 

---

## [Detailed Description of the Invention]

## [0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the supervisory equipment outside a vehicle which detects the road surface situation of a transit way, and the road surface which got dry especially based on an image pick-up image.

## [0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the supervisory equipment outside a vehicle using the mounted camera having solid state image sensors, such as CCD, attracts attention. Based on the image picturized with the mounted camera, this equipment recognizes a transit environment, and if needed, attention is called to a driver or it performs car control of a down shift etc.

[0003] In this kind of supervisory equipment outside a vehicle, a road surface condition is detected based on the picturized image, and there is a thing which makes the detected road surface condition reflect in car control etc. For example, on the road surface which got wet by rain etc., when the damp or wet condition of a road surface is detected using a solid object being reflected in a road surface to Japanese Patent Application No. No. 216713 [ 11 to ] by these people and the damp or wet condition of a road surface is detected, the technique of performing temporary interruption of car control etc. and making a change of a control parameter etc. is indicated by it. According to this technique, while computing distance data based on the parallax of the object in the image data of a pair, the three-dimensions-configuration of a road is recognized based on image data and distance data, and the damp or wet condition (wet road surface) of a road surface

is recognized based on the number of distance data (the number of wet data) which exists below the road surface location of a road. Moreover, the supervisory equipment outside a vehicle which detects the whole surface snowy road side where the nonuniformity snowy road side and road surface in the condition that snow remains partially on the road surface from the image similarly were covered with whole surface snow is indicated by Japanese Patent Application No. No. 216373 [ 11 to ] and Japanese Patent Application No. No. 216713 [ 11 to ] by these people, for example. In such supervisory equipment outside a vehicle, the safety at the time of car transit can be improved by detecting a wet road surface and a snowy road, recognizing that a road surface is a low mu way, and making a change of a control parameter etc.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, in the above supervisory equipment outside a vehicle, it is desirable that you recognize the dryness (dry road surface) of a road surface positively, and make it reflected in car control etc. in addition to recognition of a wet road surface or a snowy road. For example, in the supervisory equipment outside a vehicle carried in the four-wheel drive car, when the dry road surface has been recognized, improvement in fuel consumption etc. can be aimed at by judging that a road surface is a quantity mu way, preventing the moderation control beyond the need etc. or controlling limiting a driving wheel to a front wheel or a rear wheel etc. However, in order to perform such control, it is necessary to detect the dryness of a road surface with a sufficient precision.

[0005] This invention was made in view of the above-mentioned situation, and aims at offering the supervisory equipment outside a vehicle which detecting the dryness of a road surface with a sufficient precision cuts.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, the supervisory equipment outside a vehicle by invention according to claim 1 In the supervisory equipment outside a vehicle which detects the road surface condition of a road from the picturized image A road recognition means to recognize the road configuration which includes lane detection based on the above-mentioned image, It has a road surface condition recognition means to judge whether the road surface of the road recognized with the above-mentioned road recognition means is dryness. The above-mentioned road surface condition recognition means Even if a road surface is a road surface judged as possibility of being a damp or wet condition being high, when higher than the threshold to which the reliability of the lane detected with the above-mentioned road recognition means was set, it is characterized by judging with a road surface being dryness.

[0007] Moreover, the supervisory equipment outside a vehicle by invention according to claim 2 In invention according to claim 1, it has a stereo image-processing means to compute the distance data of the object on the image concerned, based on the image of the picturized pair. The above-mentioned road recognition means Based on the brightness information of the above-mentioned distance data and the above-mentioned image, three-dimensions-recognition of a road configuration including lane detection is performed. The above-mentioned road surface condition recognition means When it is beyond the threshold to which the number of the distance data which exist below a road surface location in a setting field above-mentioned path on the street was set, a road surface is characterized by judging with possibility of being a damp or wet condition being high.

[0008] Moreover, in the supervisory equipment outside a vehicle according to claim 1 or 2, the supervisory equipment outside a vehicle by invention according to claim 3 is characterized by judging with a road surface not being dryness, when the above-mentioned road surface condition recognition means is larger than the threshold to which the average luminance of the road surface in the above-mentioned road was set.

[0009] Moreover, the supervisory equipment outside a vehicle by invention according to claim 4 In the supervisory equipment outside a vehicle given in any of claim 1 thru/or claim 3 they are the above-mentioned road surface condition recognition means When larger than the threshold to which the variance of brightness above-mentioned path on the street was set more greatly than the threshold to which the number of the distance data which exist on the field of a road surface in a setting field above-mentioned path on the street was set, it is characterized by judging with a road surface not being dryness.

[0010]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing. A drawing is involved in one gestalt of operation of this invention. Drawing 1 The functional block diagram of the supervisory equipment outside a stereo vehicle, The explanatory view in which drawing 2 shows the lane detection field on an image, and drawing 3 The explanatory view of a lane model, The explanatory view in which drawing 4 shows a distance data monitor field, the flow chart with which drawing 5 shows a desiccation way judging routine, The explanatory view showing an example of the image [ drawing 6 ] at the time of dry road surface transit, the explanatory view showing an example of the image [ drawing 7 ] at the time of wet road surface transit, and drawing 8 are the explanatory views showing an example of the image at the time of dry road surface transit at night.

[0011] In drawing 1, the cameras 1 and 2 of the pair which built in image sensors, such as CCD, are

attached at the predetermined spacing in the cross direction of cars, such as an automobile, and picturize the scene ahead of a car. In case the Main camera 1 performs stereo processing, it picturizes a required criteria image (right image), and the subcamera 2 picturizes the comparison image (left image) in this processing. In the mutual condition of synchronizing, each analog image outputted from cameras 1 and 2 is changed into the digital image of predetermined brightness gradation (for example, gray scale of 256 gradation) by A/D converters 3 and 4. As for the digitized image, amendment of brightness, geometric conversion of an image, etc. are performed in the image amendment section 5. usually, the attaching position of the cameras 1 and 2 of a pair -- the difference of extent -- that -- since it is with error, the gap resulting from it exists in the image on either side. In order to amend this gap, affine transformation etc. is used and geometric conversion of rotation of an image, a parallel displacement, etc. is performed. Thus, the criteria image and comparison image which were amended are stored in the former image memory 8.

[0012] On the other hand, the stereo image-processing section 6 as a stereo image-processing means computes the three-dimensions location (the distance from a self-car to an object is included) of the same object in an image from the criteria image amended by the image amendment section 5 and a comparison image. This distance is computable based on the principle of triangulation from the relative gap about the location of the same object in a right-and-left image. Thus, the distance information on the computed image is stored in the distance data memory 7.

[0013] A microcomputer 9 has the solid object recognition section 10, the road recognition section 11 as a road recognition means, and the road surface condition recognition section 12 as a road surface condition recognition means. In each recognition section Based on each information stored in the former image memory 8 and the distance data memory 7, it road-recognizes [ solid object recognition of the transit vehicle ahead of a car etc., and / of the car front including lane (white line etc.) detection ], and road surface condition recognition in the recognized road etc. is performed. Here, as road surface condition recognition performed in the road surface condition recognition section 12, the judgment of whether a road surface is dryness (it is also only called a dry road surface an asphalt dry road surface and the following) is performed. And these recognition results are inputted into the processing section 13, to a driver, cautions are urged or the processing section 13 controls each control sections 14-18 by the alarms 19, such as a monitor loudspeaker, if needed, when an alarm is needed based on each input. For example, the purport which performs a down shift is directed to the AT (automatic transmission) control section 14. Moreover, to the engine control section 18, it may fall and the purport directions of the engine power may be carried out. In addition, it is also possible to direct suitable car control to the anti-lock brake system (ABS) control section 15, the traction control system (TCS) control section 16, or the car behavior control section 17 that controls torque allocation and the rotational frequency of each wheel.

[0014] The above-mentioned road recognition section 11 recognizes a road configuration by the approach of explaining in full detail to Japanese Patent Application No. No. 269578 [ 11 to ] by these people. Namely, the road recognition section 11 was beforehand set up to the criteria image which has for example, a 512x200-pixel field. Lane detection is performed for every level Rhine of retrieval within the limits (retrieval initiation Rhine js - retrieval termination Rhine je: refer to drawing 2 ) by which an adjustable setup was carried out according to the pitching condition of a self-car etc. Based on the location of a lane and the distance information from the distance data memory 7 which were detected, lane location recognition (namely, road recognition) in real space is performed.

[0015] If it explains concretely, in the road recognition section 11, the path road surface luminance Aroad of each retrieval Rhine j of every will be computed first. This path road surface luminance Aroad is called for in the right-and-left field except an image central part, in retrieval initiation Rhine js, rather than this retrieval initiation Rhine js and this retrieval initiation Rhine js, is performed based on four front pre level Rhine jpre, and is performed based on the brightness information by which detection processing was already carried out in retrieval Rhine after it.

[0016] And in the road recognition section 11, lane detection is performed based on the threshold for a brightness judging computed from the path road surface luminance Aroad, brightness information, distance information on an image, etc. to every each set elephant Rhine j. That is, in the road recognition section 11, the judgment of the lane start point and the ending point based on the comparison with the judgment of the lane start point and the ending point based on edge reinforcement (brightness differential value), the threshold for a brightness judging, and brightness etc. is performed, and a lane candidate is extracted. And only the inside empty vehicle line of a lane candidate point is extracted by verifying whether a lane candidate is on a path road surface based on distance information. A lane start point means the lane point equivalent to the boundary inside a lane and asphalt, and the point ending [ lane ] says the lane point equivalent to the boundary inside a lane and asphalt here.

[0017] Furthermore, in the road recognition section 11, it asks for a set (i, j, d) with the parallax d in the lane point P (i, j) searched for by lane detection, and its point about all the lane points P, and the location on the real space of a lane on either side (X, Y, Z) is uniquely computed based on camera clue origin etc. And in the road recognition section 11, the prediction transit line L (refer to drawing 3 ) is computed by setting up each

parameter of the function (road model) expressing a road configuration so that it may agree with a road configuration. That is, in the example of drawing 3, the recognition range is divided into predetermined every distance (Z1-Z7) at the seven sections, and straight-line approximation of the lane point P in each section is carried out with the least square method.

(Lane model)

Level geometric model left lane  $X=aL-Z+bL$  right lane  $X=aR-Z+bR$  path Michitaka model left lane  $Y=cL-Z+dL$  right lane  $Y=cR-Z+dR$  The prediction transit line L is computable from  $Y=cR-Z+dR$  and the sideline of the right and left computed by doing in this way.

[0018] Furthermore, in the road recognition section 11, the reliability D about a lane on either side is computed in consideration of the existence (number) of the detected lane point P, and a continuity with the lane point P detected with the old frame. In this case, each lane reliability D will become high when the lane point P is detected continuously.

[0019] Moreover, in the road recognition section 11, the road surface average luminance Br in the recognized road is computed. Here, as for the road surface field at the time of computing road surface average luminance, being set as an oblong field is desirable in order to make small effect of brightness change of a cross direction. Moreover, when the Nighttime transit is taken into consideration, as for the above-mentioned road surface field, it is desirable to be exposure within the limits of a self-vehicle light, and for the effect of the disturbance by other illumination light etc. to be a small field. Therefore, with the gestalt of this operation, it is set up so that the road surface average luminance Br may be computed about the road of the part detected to the 2nd field (refer to drawing 3) of a road model. In this case, calculation of the road surface average luminance Br is performed about the inside road surface of the detected right-and-left lane, in order to reduce the effect of a road-side object.

[0020] the distance data (bottom data of a road surface) which exist in a location under surface than the distance data (road surface side top data) and the road surface which exist on the road surface side of the road where the road surface condition recognition section 12 has been recognized -- detecting -- the number I of road surface side top data, and several bottom data of a road surface -- with distance data count-area 12a which counts J Brightness variance calculation section 12b which computes the brightness variance VAR on the road surface of the recognized road, It has desiccation way judging section 12c which judges the dryness of a road surface based on the number I of these road surface side top data, the number J of the bottom data of a road surface, the brightness variance VAR and the lane reliability D, the road surface average luminance Br, etc., and is constituted.

[0021] Distance data count-area 12a counts the number I of road surface side top data of a road surface, and the number J of the bottom data of a road surface by the approach of explaining in full detail to Japanese Patent Application No. No. 216713 [ 11 to ] by these people.

[0022] That is, in distance data count-area 12a, the distance data monitor field R set to 2m ( $-2 \leq X \leq 2$ ) at the front of a self-car, respectively crosswise [ of 40m ( $0 \leq Z \leq 40$ ) and right and left ] is set up in the real space which the prediction transit line L is inputted from the road recognition section 11, and considers as these prediction transit line L criteria first, for example, corresponds (refer to drawing 4).

[0023] And in distance data count-area 12a, operating distance data are specified from the distance data which exist in the distance data monitor field R. Here, operating distance data are computed per [ one ] pixel block of 4x4, and say the distance data about the pixel block which has the brightness edge of the horizontal direction (longitudinal direction) of an image more than a predetermined number.

[0024] Furthermore, each specified operating distance data is classified into three, solid object data, road surface side top data, and the bottom data of a road surface, according to distance data count-area 12a, and each number of data is counted. Here, solid object data are distance data computed by originating in solid objects, such as a precedence vehicle, etc., and the distance data of  $Y > 0.3$  (a unit is m) are classified as solid object data. Moreover, road surface side top data are distance data computed by originating in the road surfaces (it being \*\* of a road surface a lane, \*\*, ballast, etc.) of a transit way, and the distance data of  $-0.4 \leq Y \leq 0.3$  are classified as road surface side top data. Moreover, the bottom data of a road surface are distance data computed by originating in reflected [ the solid object in the road surface which got wet by rain ] etc., and the distance data of  $Y < 0.4$  are classified as bottom data of a road surface.

[0025] Brightness variance calculation section 12b computes the brightness variance VAR by the approach of explaining in full detail to Japanese Patent Application No. No. 216915 [ 11 to ] by these people. In this case, in brightness variance calculation section 12b, a variance is not computed to the brightness covering the whole image, but the brightness variance VAR is computed by limiting to the recognized area path on the street.

[0026] That is, in brightness variance calculation section 12b, the image field of the rectangle corresponding to the road recognized in the road recognition section 11 is set up on a former image, and the monitor field nickel ( $1 \leq i \leq n$ ) of the shape of a rectangle which divided this image field the predetermined pixel every horizontally (it extends to the perpendicular direction of an image) is set up.

[0027] And in brightness variance calculation section 12b, the brightness sum A is computed for every

monitor field N. The brightness sum  $A_i$  in a certain monitor field nickel can extract as a sample two or more pixels which are distributed to homogeneity in the field, and can compute them as a value (or those averages) adding those brightness values.

[0028] And in brightness variance calculation section 12b, the variance VAR of the luminance distribution property of the above-mentioned image field is computed based on a bottom type.

However,  $n$  is the number of monitor fields and  $A_{ave}$  is the average of the brightness sum.

[0029] The number  $I$  of road surface side top data counted by distance data count-area 12a, the number  $J$  of the bottom data of a road surface, and the brightness variance VAR computed by brightness variance calculation section 12b are inputted, and desiccation way judging section 12c judges a dry road surface based on each [ these ] information while the lane reliability  $D$  computed in the road recognition section 11 and the road surface average luminance  $Br$  are inputted. And in desiccation way judging section 12c, when judged with it being a dry road surface, the DRY road surface judging flag  $F$  is turned on, and when that is not right, the DRY road surface judging flag  $F$  is turned off. It is judged whether in addition to each above-mentioned information, the information about whenever [ from a speed sensor (not shown) / self-vehicle speed ], and the precedence car from the solid object recognition section 10 is inputted into desiccation way judging section 12c, and it is in the condition in which current and a dry road surface judging are possible in advance of a dry road surface judging here.

[0030] Hereafter, judgment processing of a dry road surface is explained to a detail according to the flow chart of drawing 5 R> 5. Judgment processing of this dry road surface judges a dry road surface by judging the road surface conditions (a whole surface snowy road side, a nonuniformity snowy road side, wet road surface, etc.) which are not dry road surfaces by each judgment mentioned later.

[0031] This routine is performed for every setup time, and at step S101, first, more than 1 [ setting rate  $V$  ] whenever [ self-vehicle speed ] was set up beforehand, it judges whether it is or not. Here, in case the above-mentioned setting rate  $V1$  runs in a narrow road or a parking lot, it is set as the predetermined low speed which the self-car will take. That is, in a narrow road or a parking lot, the front is a wall or the judgment of a dry road surface with appropriate difficult in many cases in such a case fully acquiring the traffic information based on an image becomes difficult from the reason of a lane not existing.

[0032] Then, in step S101, it escapes from a routine, after the judgment of a suitable dry road surface judging that it is difficult, progressing to step S115 and turning off the DRY judging flag  $F$ , when whenever [ self-vehicle speed ] is lower than the setting rate  $V1$ .

[0033] On the other hand, when it is judged in step S101 that above-mentioned whenever [ self-vehicle speed ] is more than setting rate  $V1$ , it progresses to step S102.

[0034] At step S102, it judges whether it is beyond the setting distance  $I$  to which the distance between two cars of a self-car and the last precedence car was set beforehand based on the information from the solid object recognition section 10. Here, without covering a road surface field required for a dry road surface judging with a precedence car, the setting distance  $I$  is the minimum distance between two cars for an image pick-up to become possible, and is the distance beforehand set up by experiment etc. That is, at step S102, it investigates whether a suitable dry road surface judging is possible by judging whether the precedence distance between two cars is beyond the setting distance  $I$ .

[0035] And in step S102, when the precedence distance between two cars is smaller than the setting distance  $I$ , after a difficult and suitable dry road surface judging judges that it is difficult, and progresses to step S115 and the image pick-up of a required road surface field turns off the DRY road surface judging flag  $F$ , it escapes from a routine.

[0036] On the other hand, when it is judged in step S102 that the precedence distance between two cars is beyond the setting distance  $I$ , it progresses to step S103.

[0037] At step S103, it judges whether the road surface average luminance  $Br$  computed in the road recognition section 11 is one or less predetermined threshold  $Br$  set up beforehand. Here, a threshold  $Br1$  is a threshold for distinguishing the road surface (following and whole surface snowy road side) covered with whole surface snow, and other road surface conditions. That is, in a whole surface snowy road side, road surface average luminance becomes large compared with other road surface conditions. Therefore, a whole surface snowy road side and other road surface conditions are distinguishable by setting up a threshold  $Br1$  appropriately and comparing it with the computed road surface average luminance  $Br$  based on the road surface average luminance in each road surface condition searched for by experiment etc.

[0038] At the above-mentioned step S103, when the road surface average luminance  $Br$  is larger than a threshold  $Br1$ , it is a whole surface snowy road side, and it judges with it not being a dry road surface, and progresses to step S110.

[0039] On the other hand, when the road surface average luminance  $Br$  is one or less threshold  $Br$  in step S103, it judges with it being in road surface conditions other than a whole surface snowy road side, and progresses to step S104.

[0040] At step S104, it judges whether the number I of road surface side top data counted by distance data count-area 12a is less than [ predetermined / threshold I1 ] which was set up beforehand. Here, a threshold I1 is a threshold for distinguishing the nonuniformity snowy road side in the condition that snow remains partially on the road surface, and other road surface conditions. That is, in a nonuniformity snowy road side, since the patchy pattern by snowy distribution is detected as distance data on a road surface side (road surface side top data), the number I of road surface side top data becomes large. Therefore, a nonuniformity snowy road side and other road surface conditions are distinguishable by setting up a threshold I1 appropriately and comparing it with the computed number I of road surface side top data based on the number of road surface side top data in each road surface condition beforehand searched for by experiment etc.

[0041] At the above-mentioned step S104, when the number I of road surface side top data is less than [ threshold I1 ], it judges with a road surface being in road surface conditions other than a nonuniformity snowy road side, and progresses to step S106.

[0042] On the other hand in step 104, the number I of road surface side top data judges with possibility of a road surface of being a nonuniformity snowy road side being high when larger than a threshold I1, and it progresses to step S105.

[0043] At step S105, the brightness variance VAR computed by brightness variance calculation section 12b judges whether it is one or less predetermined threshold VAR set up beforehand. Here, in the above-mentioned step S104, when a threshold VAR 1 has high possibility of being a nonuniformity snowy road side, it is a threshold for extracting and classifying that by which the misjudgment law was carried out. That is, in a road surface, when [ other than a nonuniformity snowy road side ] there are many dirt, remains of construction, etc., even if the number I of road surface side top data may become large exceptionally and it is in road surface conditions, such as a dry road surface, in such a case, it may be judged with possibility of being a nonuniformity snowy road side being high. By the way, the road surface with many dirt, the remains of construction, etc. has small brightness distribution compared with a nonuniformity snowy road side, and both differ at this point. Then, other road surface conditions can be extracted and classified out of the road surface judged as possibility of being a nonuniformity snowy road side being high by setting up a threshold VAR 1 appropriately and comparing it with the computed brightness variance VAR based on the brightness variance in each road surface condition beforehand searched for by experiment etc.

[0044] At the above-mentioned step S105, when the brightness variance VAR is one or less threshold VAR, it judges with a road surface being in road surface conditions other than a nonuniformity snowy road side, and progresses to step S106.

[0045] On the other hand, in step S105, when the brightness variance VAR is larger than a threshold VAR 1, a road surface is a nonuniformity snowy road side, judges with it not being a dry road surface, and progresses to step S110 (when the number I of road surface side top data is larger than a threshold I1 and the brightness variance VAR is larger than a threshold VAR 1).

[0046] At step S106, it judges whether the number J of the bottom data of a road surface counted by distance data count-area 12a is less than [ predetermined / threshold J1 ] which was set up beforehand. Here, a threshold J1 is a threshold for distinguishing the road surface (wet road surface) and dry road surface of a damp or wet condition. That is, as shown in drawing 7, reflected [ a solid object ] occurs on a wet road surface, and it differs from a dry road surface (refer to drawing 6) at this point. And in a wet road surface, it originates in reflected [ the solid object to this road surface ], and distance day a large number under a road surface (several bottom data of a road surface J) become large rather than a dry road surface. Therefore, a wet road surface and a dry road surface are distinguishable by setting up a threshold J1 appropriately and comparing it with the computed number J of the bottom data of a road surface based on the number of the bottom data of a road surface in each road surface condition searched for by experiment etc.

[0047] the above-mentioned step S106 -- several bottom data of a road surface -- when J is less than [ threshold J1 ], it is a dry road surface -- it judges and progresses to step S108.

[0048] On the other hand, in step S106, in being larger than a threshold J1, the number J of the bottom data of a road surface judges with possibility of being a wet road surface being high, and progresses to step S110.

[0049] At step S107, it judges at least whether one of the lane reliability D is one or more predetermined thresholds D set up beforehand among the lanes of the right and left detected in the road recognition section 11. It is a threshold for extracting and classifying what was judged as its possibility of being a wet road surface being high in the above-mentioned step S106 here although a threshold D1 is a dry road surface. That is, in a dry road surface, even if the number J of the bottom data of a road surface may become large exceptionally and it is a dry road surface in such a case when a road surface is compared with night by the headlight of an oncoming car etc. as shown, for example in drawing 8, it may be judged with possibility of being a wet road surface being high. By the way, in a dry road surface, since it becomes easy for a brightness difference, edge reinforcement (brightness variation), etc. between a lane and a road surface to be large generally, and to detect a lane continuously compared with a wet road surface, the lane reliability D becomes

high. Then, a dry road surface can be extracted and classified out of the road surface judged as possibility of being a wet road surface being high by setting up a threshold D1 appropriately and comparing it with the computed lane reliability D based on the lane reliability in each road surface condition beforehand searched for by experiment etc.

[0050] At the above-mentioned step S107, when the lane reliability D of both on either side is smaller than a threshold D1, it judges with it being a wet road surface, and progresses to step S110. In addition, as shown in drawing 8, also in a dry road surface, detection of a lane may become difficult temporarily by the headlight light of an oncoming car etc., but since the effect of headlight light etc. is partial, it is hard to consider that the fall of the lane reliability resulting from such a light etc. occurs into a lane on either side at coincidence. So, at step S107, only when the lane reliability D of both on either side is smaller than a threshold D1, it progresses to step S110.

[0051] On the other hand, when one of the lane reliability D is one or more thresholds D at least among lanes on either side in step S107, it judges with it being a dry road surface, and progresses to step S108.

[0052] After investigating whether the DRY road surface counter Cdry is smaller than the counter maximum Cmax at step S108, progressing to step S109 when the DRY road surface counter Cdry is smaller than the counter maximum Cmax if it progresses to step S106 or step S108 from S107, and carrying out the increment ( $Cdry \leftarrow Cdry + 1$ ) of the DRY road surface counter Cdry, it progresses step S112.

[0053] On the other hand, in step S108, when the DRY road surface counter Cdry is the counter maximum Cmax, it progresses to step S112 as it is.

[0054] Moreover, it progresses to step S112, after investigating whether it is larger than the counter minimum value Cmin to which the DRY road surface counter Cdry was beforehand set at step S110 when it progresses to steps S103 and S105 or step S110 from S107, progressing to step S111 when the DRY road surface counter Cdry is larger than the counter minimum value Cmin, and carrying out the decrement ( $Cdry \leftarrow Cdry - 1$ ) of the DRY road surface counter Cdry.

[0055] On the other hand, in step S110, when the DRY road surface counter Cdry is the counter minimum value Cmin, it progresses to step S112 as it is.

[0056] At step S112, it investigates whether it is more than threshold Cdry1 ( $Cmin < Cdry1 < Cmax$ ) to which the DRY road surface counter Cdry was set beforehand, and when the DRY road surface counters Cdry are one or more thresholds Cdry, it progresses to step S113. And in step S113, it escapes from a routine, after turning on the DRY judging flag F which shows that a road surface is a dry road surface ( $F \leftarrow 1$ ).

[0057] On the other hand, in step S112, when the DRY road surface counter Cdry is smaller than a threshold Cdry1, it progresses to step S114.

[0058] At step S114, it escapes from a routine, after investigating whether it is below the threshold Cdry2 ( $Cmin < Cdry2 < Cdry1 < Cmax$ ) to which the DRY road surface counter Cdry was set beforehand, progressing to step S115 when the DRY road surface counter Cdry is two or less threshold Cdry, and turning off the DRY judging flag F ( $F \leftarrow 0$ ).

[0059] On the other hand, in step S114, when the DRY road surface counter Cdry is larger than a threshold Cdry2, it escapes from a routine as it is.

[0060] The road configuration which includes lane detection with the gestalt of such operation based on the picturized image is recognized, and since it judges with it being a dry road surface when higher than the threshold to which the reliability of the detected lane was set even if it is the case where it judges with possibility of being a wet road surface being high, the dryness of a road surface is detectable with a sufficient precision.

[0061] Namely, generally in a dry road surface, it becomes easy to originate in the brightness difference and edge reinforcement between a lane and a road surface becoming high, and to detect a lane continuously compared with a wet road surface. Since it judges with it being a dry road surface paying attention to the reliability of the detected lane becoming high when lane reliability is high even if it is the case where it judges with possibility of being once a wet road surface being high, it is detectable with a sufficient precision that a road surface is dryness.

[0062] In the judgment approach especially judged as computing the number of distance data under a road surface (the number of the bottom data of a road surface), and possibility that a road surface is a wet road surface when this number of the bottom data of a road surface is large being high. Although a misjudgment law may be carried out to possibility of being a wet road surface being high in spite of being a dry road surface, when the headlight light of an oncoming car is reflected in the road surface at Nighttime. Since it judges with it being a dry road surface when lane reliability is high even if it is the case where it judges with possibility of being once a wet road surface being high by such judgment approach, the detection precision of a dry road surface can be improved.

[0063] Moreover, the detection precision of a dry road surface can be improved by computing road surface average luminance and judging with a road surface being a whole surface snowy road side, and not being a dry road surface, when this road surface average luminance is large.

[0064] Moreover, the detection precision of a dry road surface can be improved by computing a brightness



variance path on the street, while computing the number of distance data on a road surface side (the number of road surface side top data), and judging with a road surface being a nonuniformity snowy road side, and not being a dry road surface, when a brightness variance path on the street with the large and number of road surface side top data is large.

[0065] And in such supervisory equipment outside a vehicle, the improvement in fuel consumption etc. is effectively realizable by recognizing a dry road surface with a sufficient precision, and making it reflected in car control etc.

[0066]

[Effect of the Invention] recognizing the road configuration which includes lane detection according to this invention, as explained above, boiling judging with a road surface being dryness, when higher than the threshold to which the reliability of the detected lane was set, even if it is the road surface judged as possibility that a road surface is a damp or wet condition being high, and detecting the dryness of a road surface with a sufficient precision more cuts.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The functional block diagram of the supervisory equipment outside a stereo vehicle

[Drawing 2] The explanatory view showing the lane detection field on an image

[Drawing 3] The explanatory view of a lane model

[Drawing 4] The explanatory view showing a distance data monitor field

[Drawing 5] The flow chart which shows a desiccation way judging routine

[Drawing 6] The explanatory view showing an example of the image at the time of dry road surface transit

[Drawing 7] The explanatory view showing an example of the image at the time of wet road surface transit

[Drawing 8] The explanatory view showing an example of the image at the time of Nighttime dry road surface transit

[Description of Notations]

1 Main Camera

2 SubCamera

5 Image Amendment Section

6 Stereo Image-Processing Section (Stereo Image-Processing Means)

7 Distance Data Memory

8 Former Image Memory

9 Microcomputer

10 Solid Object Recognition Section

11 Road Recognition Section (Road Recognition Means)

12 Road Surface Condition Recognition Section (Road Surface Condition Recognition Means)

12a Distance data count area

12b Brightness variance calculation section

12c Desiccation way judging section

**JP2002160598**

Publication Title:

**OUTSIDE CAR CONTROL DEVICE**

Abstract:

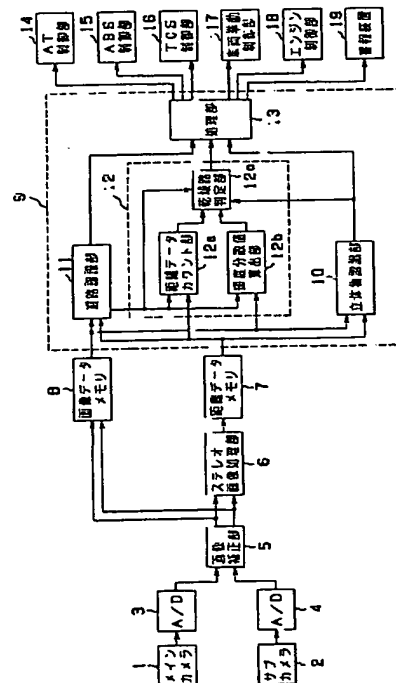
**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a outside car control device which can accurately detect a dry condition on the road.

**SOLUTION:** A road dry decision part 12c decides that the road is not dry when a road average brightness Br computed in a road confirmation part 11 is large or road surface data value I computed in a distance data count part 12a is large and also a brightness dispersion value VAR computed in a brightness dispersion computing part 12b is large. To the road which is decided as dry the road dry decision part 12c decides that the road is dry when a under road data value J computed in the distance data count part 12a is small. And also the road dry decision part 12c decides that the road is dry when a car line reliable value D computed in the road confirmation part 11 is high even when the under-road data value J is large.

-----  
Data supplied from the esp@cenet database - <http://ep.espacenet.com>

*This Patent PDF Generated by Patent Fetcher(TM), a service of Stroke of Color, Inc.*

Patent provided by Sughrue Mion, PLLC - <http://www.sughrue.com>



【特許請求の範囲】

【請求項1】 撮像された画像から道路の路面状態を検出する車外監視装置において、

上記画像に基づいて車線検出を含む道路形状の認識を行う道路認識手段と、

上記道路認識手段で認識された道路の路面が乾燥状態であるか否かを判定する路面状態認識手段と、を備え、

上記路面状態認識手段は、路面が湿潤状態である可能性が高いと判定した路面であっても、上記道路認識手段で検出された車線の信頼度が設定された閾値よりも高いとき、路面が乾燥状態であると判定することを特徴とする車外監視装置。

【請求項2】 撮像された一対の画像に基づいて、当該画像上の対象物の距離データを算出するステレオ画像処理手段を備え、

上記道路認識手段は、上記距離データと上記画像の輝度情報に基づいて、車線検出を含む道路形状の三次元的な認識を行い、

上記路面状態認識手段は、上記道路上の設定領域内で路面位置よりも下側に存在する距離データの数が設定された閾値以上であるとき路面が湿潤状態である可能性が高いと判定することを特徴とする請求項1に記載の車外監視装置。

【請求項3】 上記路面状態認識手段は、上記道路における路面の平均輝度が設定された閾値よりも大きいとき、路面が乾燥状態ではないと判定することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の車外監視装置。

【請求項4】 上記路面状態認識手段は、上記道路上の設定領域内で路面の面上に存在する距離データの数が設定された閾値よりも大きく、且つ、上記道路上の輝度の分散値が設定された閾値よりも大きいとき、路面が乾燥状態でないとして判定することを特徴とする請求項1乃至請求項3の何れかに記載の車外監視装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、撮像画像に基づいて走行路の路面状況、特に乾いた路面を検出する車外監視装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、CCD等の固体撮像素子を内蔵した車載カメラを用いた車外監視装置が注目されている。この装置は、車載カメラにより撮像された画像に基づいて、走行環境を認識し、必要に応じて、ドライバーに注意を喚起したり、シフトダウン等の車両制御を行うものである。

【0003】この種の車外監視装置においては、撮像された画像に基づいて路面状態を検出し、検出された路面状態を車両制御等に反映させるものがある。例えば、本出願人による特願平11-216713号には、雨等により濡れた路面では立体物が路面に映り込むことを利用

して路面の湿潤状態を検出し、路面の湿潤状態が検出されたとき、車両制御等の一時的な中断や制御パラメータの変更等を行う技術が開示されている。この技術によれば、一対の画像データにおける対象物の視差に基づいて距離データを算出するとともに、画像データと距離データとに基づいて道路の三次元的な形状を認識し、道路の路面位置よりも下側に存在する距離データ数（ウェットデータ数）に基づいて路面の湿潤状態（ウェット路面）を認識する。また、例えば本出願人による特願平11-216373号や特願平11-216713号には、同様に画像から、路面上に部分的に雪が残っている状態のムラ雪路面や路面が一面雪に覆われた一面雪路面を検出する車外監視装置が開示されている。このような車外監視装置においては、ウェット路面や雪道を検出して路面が低μ路であることを認識し、制御パラメータの変更等を行うことにより、車両走行時の安全性を向上することができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述のような車外監視装置においては、ウェット路面や雪道の認識に加え、路面の乾燥状態（ドライ路面）を積極的に認識して車両制御等に反映させることが望ましい。例えば、4輪駆動車に搭載された車外監視装置において、ドライ路面を認識した際には、路面は高μ路であると判断し、必要以上の減速制御等を防止したり駆動輪を前輪あるいは後輪に限定する等の制御を行うことにより、燃費向上等を図ることができる。しかしながら、このような制御を行うためには、路面の乾燥状態を精度よく検出する必要がある。

【0005】本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、路面の乾燥状態を精度よく検出することがきる車外監視装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、請求項1記載の発明による車外監視装置は、撮像された画像から道路の路面状態を検出する車外監視装置において、上記画像に基づいて車線検出を含む道路形状の認識を行う道路認識手段と、上記道路認識手段で認識された道路の路面が乾燥状態であるか否かを判定する路面状態認識手段と、を備え、上記路面状態認識手段は、路面が湿潤状態である可能性が高いと判定した路面であっても、上記道路認識手段で検出された車線の信頼度が設定された閾値よりも高いとき、路面が乾燥状態であると判定することを特徴とする。

【0007】また、請求項2記載の発明による車外監視装置は、請求項1記載の発明において、撮像された一対の画像に基づいて、当該画像上の対象物の距離データを算出するステレオ画像処理手段を備え、上記道路認識手段は、上記距離データと上記画像の輝度情報に基づいて、車線検出を含む道路形状の三次元的な認識を行い、

上記路面状態認識手段は、上記道路上の設定領域内で路面位置よりも下側に存在する距離データの数が設定された閾値以上であるとき路面が湿潤状態である可能性が高いと判定することを特徴とする。

【0008】また、請求項3記載の発明による車外監視装置は、請求項1または請求項2記載の車外監視装置において、上記路面状態認識手段は、上記道路における路面の平均輝度が設定された閾値よりも大きいとき、路面が乾燥状態ではないと判定することを特徴とする。

【0009】また、請求項4記載の発明による車外監視装置は、請求項1乃至請求項3の何れかに記載の車外監視装置において、上記路面状態認識手段は、上記道路上の設定領域内で路面の面上に存在する距離データの数が設定された閾値よりも大きく、且つ、上記道路上の輝度の分散値が設定された閾値よりも大きいとき、路面が乾燥状態でないとして判定することを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図面は本発明の実施の一形態に係わり、図1はステレオ車外監視装置の機能ブロック図、図2は画像上における車線検出領域を示す説明図、図3は車線モデルの説明図、図4は距離データ監視領域を示す説明図、図5は乾燥路判定ルーチンを示すフローチャート、図6はドライ路面走行時における画像の一例を示す説明図、図7はウェット路面走行時における画像の一例を示す説明図、図8は夜間ドライ路面走行時における画像の一例を示す説明図である。

【0011】図1において、CCD等のイメージセンサを内蔵した一対のカメラ1、2は、自動車等の車両の車幅方向において所定の間隔で取り付けられており、車両前方の景色を撮像する。メインカメラ1は、ステレオ処理を行う際に必要な基準画像（右画像）を撮像し、サブカメラ2は、この処理における比較画像（左画像）を撮像する。互いの同期している状態において、カメラ1、2から出力された各アナログ画像は、A/Dコンバータ3、4により、所定の輝度階調（例えば、256階調のグレースケール）のデジタル画像に変換される。デジタル化された画像は、画像補正部5において、輝度の補正や画像の幾何学的な変換等が行われる。通常、一対のカメラ1、2の取付位置は、程度の差こそあれ誤差があるため、それに起因したずれが左右の画像に存在している。このずれを補正するために、アフィン変換等を用いて、画像の回転や平行移動等の幾何学的な変換が行われる。このようにして補正された基準画像および比較画像は、元画像メモリ8に格納される。

【0012】一方、ステレオ画像処理手段としてのステレオ画像処理部6は、画像補正部5により補正された基準画像および比較画像から、画像中の同一対象物の三次元位置（自車両から対象物までの距離を含む）を算出する。この距離は、左右画像における同一対象物の位置に

関する相対的なずれから、三角測量の原理に基づき算出することができる。このようにして算出された画像の距離情報は、距離データメモリ7に格納される。

【0013】マイクロコンピュータ9は、立体物認識部10と、道路認識手段としての道路認識部11と、路面状態認識手段としての路面状態認識部12とを有し、各認識部では、元画像メモリ8および距離データメモリ7に格納された各情報に基づき、車両前方の走行車等の立体物認識、車線（白線等）検出を含めた車両前方の道路認識、認識した道路における路面状態認識等を行う。ここで、路面状態認識部12で行われる路面状態認識としては、路面が乾燥状態（アスファルトドライ路面、以下単にドライ路面ともいう）であるか否かの判定が行われる。そして、これらの認識結果は処理部13に入力され、処理部13は、各入力情報に基づき、警報が必要とされた場合、モニタスピーカ等の警報装置19によりドライパーに対して注意を促したり、或いは、必要に応じて、各制御部14～18を制御する。例えば、AT（自動変速機）制御部14に対して、シフトダウンを実行する旨を指示する。また、エンジン制御部18に対してエンジン出力を低下する旨指示してもよい。その他にも、アンチロックブレーキシステム（ABS）制御部15、トラクションコントロールシステム（TCS）制御部16、或いは、各車輪のトルク配分や回転数を制御する車両挙動制御部17に対して、適切な車両制御を指示することも可能である。

【0014】上記道路認識部11は、例えば本出願人による特願平11-269578号に詳述する方法により道路形状の認識を行うものである。すなわち、道路認識部11は、例えば512×200画素領域を有する基準画像に対し、予め設定された、或いは、自車両のピッチング状態等に応じて可変設定された検索範囲内（検索開始ラインjs～検索終了ラインje：図2参照）の水平ライン毎に車線検出を行い、検出された車線の位置と距離データメモリ7からの距離情報とに基づいて、実空間における車線位置認識（すなわち道路認識）を行う。

【0015】具体的に説明すると、道路認識部11では、まず、各検索ラインj毎の道路路面輝度Aroadを算出する。この道路路面輝度Aroadは、画像中央部分を除いた左右領域で求められるもので、検索開始ラインjsにおいては該検索開始ラインjsとこの検索開始ラインjsよりも手前の4本のプレ水平ラインjpreとに基づいて行われ、それ以降の検索ラインにおいては既に検出処理された輝度情報に基づいて行われる。

【0016】そして、道路認識部11では、各対象ラインj毎に、道路路面輝度Aroadから算出された輝度判定用閾値と、画像の輝度情報や距離情報等とに基づいて車線検出を行う。すなわち、道路認識部11では、エッジ強度（輝度微分値）に基づく車線開始点及び終了点の判定、輝度判定用閾値と輝度との比較に基づく車線開始点

及び終了点の判定等を行い、車線候補の抽出を行う。そして、距離情報に基づき、車線候補が道路面上にあるか否かを検証することで車線候補点の中から車線のみを抽出する。ここで車線開始点とは車線とアスファルトとの内側の境界に相当する車線点をいい、車線終了点とは車線とアスファルトとの内側の境界に相当する車線点をいう。

【0017】さらに、道路認識部11では、車線検出により求めた車線点 $P(i, j)$ とその点における視差 $d$ とのセット $(i, j, d)$ を全ての車線点 $P$ について求め、カメラ緒元等に基づいて左右の車線の実空間上の位置 $(X, Y, Z)$ を一意的に算出する。そして、道路認識部11では、道路形状を表現した関数(道路モデル)の各パラメータを、道路形状と合致するように設定することにより予測走行線 $L$ (図3参照)の算出を行う。すなわち、図3の例では、認識範囲を所定の距離 $(Z1 \sim Z7)$ ごとに7つの区間に分け、それぞれの区間における車線点 $P$ を最小二乗法により直線近似する。

(車線モデル)

水平形状モデル

左車線  $X = aL \cdot Z + bL$

右車線  $X = aR \cdot Z + bR$

道路高モデル

左車線  $Y = cL \cdot Z + dL$

右車線  $Y = cR \cdot Z + dR$

そして、このようにして算出された左右のサイドラインから予測走行線 $L$ を算出することができる。

【0018】さらに、道路認識部11では、検出された車線点 $P$ の有無(個数)と、従前のフレームで検出された車線点 $P$ との連続性を考慮して左右の車線についての信頼度 $D$ を算出する。この場合、各車線信頼度 $D$ は、車線点 $P$ が連続的に検出されている場合に高いものとなる。

【0019】また、道路認識部11では、認識された道路における路面平均輝度 $Br$ を算出する。ここで、路面平均輝度を算出する際の路面領域は、前後方向の輝度変化の影響を小さくするため横長の領域に設定されることが望ましい。また、上記路面領域は、夜間走行を考慮すると、自転車ライトの照射範囲内であって且つ他の照明光等による外乱の影響が小さい領域であることが望ましい。従って、本実施の形態では、道路モデルの第2領域(図3参照)に検出された部分の道路について路面平均輝度 $Br$ を算出するよう設定されている。この場合、路面平均輝度 $Br$ の算出は、路側物の影響を低減するため、検出された左右車線の内側路面について行う。

【0020】路面状態認識部12は、認識された道路の路面面上に存在する距離データ(路面面上データ)及び路面よりも下側位置に存在する距離データ(路面下データ)を検出して路面面上データ数 $I$ 及び路面下データ数 $J$ をカウントする距離データカウント部12aと、認識

された道路の路面上の輝度分散値 $VAR$ を算出する輝度分散値算出部12bと、これら路面面上データ数 $I$ 、路面下データ数 $J$ 、輝度分散値 $VAR$ 及び、車線信頼度 $D$ 、路面平均輝度 $Br$ 等に基づいて路面の乾燥状態を判定する乾燥路判定部12cと、を備えて構成されている。

【0021】距離データカウント部12aは、例えば本出願人による特願平11-216713号に詳述する方法により、路面の路面上データ数 $I$ および路面下データ数 $J$ をカウントするものである。

【0022】すなわち、距離データカウント部12aでは、先ず、道路認識部11から予測走行線 $L$ が入力され、この予測走行線 $L$ 基準として、例えば対応する実空間において、自車両の前方向に40m( $0 \leq Z \leq 40$ )、左右の幅方向にそれぞれ2m( $-2 \leq X \leq 2$ )となる距離データ監視領域 $R$ が設定される(図4参照)。

【0023】そして、距離データカウント部12aでは、距離データ監視領域 $R$ 内に存在する距離データから有効距離データが特定される。ここで、有効距離データとは、例えば4×4の画素ブロック単位で1つ算出されるもので、画像の水平方向(横方向)の輝度エッジを所定数以上有する画素ブロックに関する距離データをいう。

【0024】さらに、距離データカウント部12aでは、特定された各有効距離データを、立体物データ、路面面上データ、路面下データの3つに分類し、各データ数をカウントする。ここで、立体物データとは、先行車等の立体物等に起因して算出された距離データであり、 $Y > 0.3$ (単位はm)の距離データが立体物データとして分類される。また、路面面上データとは、走行路の路面(車線、路面のわだち、砂利等)に起因して算出された距離データであり、 $-0.4 \leq Y \leq 0.3$ の距離データが路面面上データとして分類される。また、路面下データとは、雨により濡れた路面における立体物の映り込み等に起因して算出された距離データであり、 $Y < -0.4$ の距離データが路面下データとして分類される。

【0025】輝度分散値算出部12bは、例えば本出願人による特願平11-216915号に詳述する方法により、輝度分散値 $VAR$ の算出を行うものである。この場合、輝度分散値算出部12bでは、画像全体にわたる輝度に対して分散値の算出を行うのではなく、認識された道路上のエリアに限定して輝度分散値 $VAR$ の算出を行う。

【0026】すなわち、輝度分散値算出部12bでは、元画像上に、道路認識部11で認識された道路に対応する矩形の画像領域を設定し、この画像領域を水平方向に所定画素ずつ分割した長方形(画像の垂直方向に延在)の監視領域 $Ni$ ( $1 \leq i \leq n$ )を設定する。

【0027】そして、輝度分散値算出部12bでは、監視領域 $N$ 毎に輝度和 $A$ を算出する。ある監視領域 $Ni$ に

おける輝度 $A_i$ は、その領域内において均一に分散するような複数の画素をサンプルとして抽出し、それらの輝度値を加算した値（またはそれらの平均値）として算出することができる。

【0028】そして、輝度分散値算出部12bでは、上記画像領域の輝度分布特性の分散値VARを下式に基づいて算出する。

$$\begin{aligned} \text{VAR}^2 &= [(A_1 - A_{ave})^2 + (A_2 - A_{ave})^2 + \\ &\quad \dots + (A_n - A_{ave})^2] / n \\ &= \Sigma (A_i^2) / n - (\Sigma A_i / n)^2 \end{aligned}$$

但し、 $n$ は監視領域の数、 $A_{ave}$ は輝度平均値である。

【0029】乾燥路判定部12cは、道路認識部11で算出された車線信頼度 $D$ 、路面平均輝度 $Br$ が入力されるとともに、距離データカウンタ部12aでカウントされた路面面上データ数 $I$ 、路面下データ数 $J$ 、及び、輝度分散値算出部12bで算出された輝度分散値VARが入力され、これら各情報に基づいてドライ路面の判定を行う。そして、乾燥路判定部12cでは、ドライ路面であると判定されたときDRY路面判定フラグ $F$ をONし、そうでない場合にDRY路面判定フラグ $F$ をOFFする。ここで、乾燥路判定部12cには、上記各情報に加え、車速センサ（図示せず）からの自転車速度や、立体物認識部10からの先行車両に関する情報が入力され、ドライ路面判定に先立ち、現在、ドライ路面判定が可能な状態にあるか否かが判断される。

【0030】以下、ドライ路面の判定処理について、図5のフローチャートに従って詳細に説明する。このドライ路面の判定処理は、後述する各判定によってドライ路面でない路面状態（一面雪路面、ムラ雪路面、ウェット路面等）を判定することにより、ドライ路面を判定するものである。

【0031】このルーチンは設定時間毎に実行されるものである。ステップS101では、まず、自転車速度が予め設定された設定速度 $V1$ 以上であるか否かの判断を行う。ここで、上記設定速度 $V1$ は、狭路や駐車場内を走行する際に自転車両が取るであろう所定の低速度に設定されるものである。すなわち、狭路や駐車場内等では、前方が壁であったり車線が存在しない等の理由から、画像に基づく道路情報を十分に得ることが困難な場合が多く、このような場合には適切なドライ路面の判定が困難となる。

【0032】そこで、ステップS101において、自転車速度が設定速度 $V1$ よりも低いときには、適切なドライ路面の判定が困難であると判断し、ステップS115に進みDRY判定フラグ $F$ をOFFした後、ルーチンを抜ける。

【0033】一方、ステップS101において、自転車速度が上記設定速度 $V1$ 以上であると判断した場合には、ステップS102に進む。

【0034】ステップS102では、立体物認識部10からの情報に基づき、自転車両と直前の先行車両との車間距離が予め設定された設定距離 $L$ 以上であるか否かの判断を行う。ここで、設定距離 $L$ は、ドライ路面判定に必要な路面領域が先行車両に覆われることなく撮像可能となるための最低車間距離であり、予め実験等により設定された距離である。すなわち、ステップS102では、先行車間距離が設定距離 $L$ 以上であるか否かの判断を行うことにより、適切なドライ路面判定が可能か否かを調べる。

【0035】そして、ステップS102において、先行車間距離が設定距離 $L$ よりも小さい場合には、必要な路面領域の撮像が困難であり適切なドライ路面判定が困難であると判断し、ステップS115に進みDRY路面判定フラグ $F$ をOFFした後、ルーチンを抜ける。

【0036】一方、ステップS102において、先行車間距離が設定距離 $L$ 以上であると判断した場合には、ステップS103に進む。

【0037】ステップS103では、道路認識部11で算出された路面平均輝度 $Br$ が予め設定された所定の閾値 $Br1$ 以下であるか否かの判断を行う。ここで、閾値 $Br1$ は、一面雪に覆われた路面（以下、一面雪路面）と他の路面状態とを区別するための閾値である。すなわち、一面雪路面においては、他の路面状態に比べて路面平均輝度が大きくなる。従って、実験等によって求められた各路面状態における路面平均輝度等に基づいて閾値 $Br1$ を適切に設定し、算出された路面平均輝度 $Br$ と比較することにより、一面雪路面と他の路面状態とを区別することができる。

【0038】上記ステップS103では、路面平均輝度 $Br$ が閾値 $Br1$ よりも大きい場合に、一面雪路面であり、ドライ路面ではないと判定してステップS110に進む。

【0039】一方、ステップS103において、路面平均輝度 $Br$ が閾値 $Br1$ 以下である場合には、一面雪路面以外の路面状態であると判定してステップS104に進む。

【0040】ステップS104では、距離データカウンタ部12aでカウントされた路面面上データ数 $I$ が予め設定された所定の閾値 $I1$ 以下であるか否かの判断を行う。ここで、閾値 $I1$ は、路面上に部分的に雪が残っている状態のムラ雪路面と他の路面状態とを区別するための閾値である。すなわち、ムラ雪路面においては、雪の分布によるまだら模様が路面面上の距離データ（路面面上データ）として検出されるため、路面面上データ数 $I$ が大きくなる。従って、予め実験等によって求められた各路面状態における路面面上データ数に基づいて閾値 $I1$ を適切に設定し、算出された路面面上データ数 $I$ と比較することにより、ムラ雪路面と他の路面状態とを区別することができる。

【0041】上記ステップS104では、路面面上データ数Iが閾値I1以下である場合に、路面はムラ雪路面以外の路面状態であると判定してステップS106に進む。

【0042】一方、ステップS104において、路面面上データ数Iが閾値I1よりも大きい場合には、路面はムラ雪路面である可能性が高いと判定してステップS105に進む。

【0043】ステップS105では、輝度分散値算出部12bで算出された輝度分散値VARが予め設定された所定の閾値VAR1以下であるか否かの判断を行う。ここで、閾値VAR1は、上記ステップS104において、ムラ雪路面である可能性が高いと誤判定されたものを抽出して区分するための閾値である。すなわち、路面においては、ムラ雪路面の他に、汚れや工事跡等が多い場合においても例外的に路面面上データ数Iが大きくなることがあり、このような場合、ドライ路面等の路面状態であっても、ムラ雪路面である可能性が高いと判定されることがある。ところで、汚れや工事跡等の多い路面はムラ雪路面に比べて輝度分散が小さく、この点で両者は異なる。そこで、予め実験等によって求められた各路面状態における輝度分散値に基づいて、閾値VAR1を適切に設定し、算出された輝度分散値VARと比較することにより、ムラ雪路面である可能性が高いと判定された路面の中から他の路面状態を抽出して区分することができる。

【0044】上記ステップS105では、輝度分散値VARが閾値VAR1以下である場合に、路面はムラ雪路面以外の路面状態であると判定してステップS106に進む。

【0045】一方、ステップS105において、輝度分散値VARが閾値VAR1よりも大きい場合（路面面上データ数Iが閾値I1よりも大きく且つ輝度分散値VARが閾値VAR1よりも大きい場合）には、路面はムラ雪路面であり、ドライ路面ではないと判定してステップS110に進む。

【0046】ステップS106では、距離データカウンタ部12aでカウントされた路面下データ数Jが予め設定された所定の閾値J1以下であるか否かの判断を行う。ここで、閾値J1は、湿潤状態の路面（ウェット路面）とドライ路面とを区別するための閾値である。すなわち、図7に示すように、ウェット路面には立体物の映り込みが発生し、この点でドライ路面（図6参照）と異なる。そして、ウェット路面においては、この路面への立体物の映り込みに起因して、路面下の距離データ多数（路面下データ数J）がドライ路面よりも大きくなる。従って、実験等によって求められた各路面状態における路面下データ数等に基づいて閾値J1を適切に設定し、算出された路面下データ数Jと比較することにより、ウェット路面とドライ路面とを区別することができる。

【0047】上記ステップS106では、路面下データ数Jが閾値J1以下である場合に、ドライ路面である判定してステップS108に進む。

【0048】一方、ステップS106において、路面下データ数Jが閾値J1よりも大きい場合には、ウェット路面である可能性が高いと判定してステップS110に進む。

【0049】ステップS107では、道路認識部11で検出された左右の車線のうち少なくとも何れか一方の車線信頼度Dが予め設定された所定の閾値D1以上であるか否かの判断を行う。ここで、閾値D1は、上記ステップS106において、ドライ路面であるにもかかわらず、ウェット路面である可能性が高いと判定されたものを抽出して区分するための閾値である。すなわち、ドライ路面においては、例えば図8に示すように、夜間に対向車のヘッドライト等で路面が照らされた場合等に例外的に路面下データ数Jが大きくなることがあり、このような場合、ドライ路面であっても、ウェット路面である可能性が高いと判定されることがある。ところで、ドライ路面においては、ウェット路面に比べて一般に、車線と路面との間の輝度差やエッジ強度（輝度変化量）等が大きく、車線を連続的に検出することが容易となるため、車線信頼度Dが高くなる。そこで、予め実験等によって求められた各路面状態における車線信頼度に基づいて閾値D1を適切に設定し、算出された車線信頼度Dと比較することにより、ウェット路面である可能性が高いと判定された路面の中から、ドライ路面を抽出して区分することができる。

【0050】上記ステップS107では、左右の車線信頼度Dが両方とも閾値D1よりも小さい場合、ウェット路面であると判定してステップS110に進む。なお、図8に示すように、ドライ路面においても対向車のヘッドライト光等により一時的に車線の検出が困難となる場合があるが、ヘッドライト光等の影響は部分的なものであるため、このような光等に起因する車線信頼度の低下が左右の車線に同時に発生することは考えにくい。そこで、ステップS107では、左右の車線信頼度Dが両方とも閾値D1よりも小さい場合のみ、ステップS110に進む。

【0051】一方、ステップS107において、左右の車線のうち少なくとも何れか一方の車線信頼度Dが閾値D1以上である場合には、ドライ路面であると判定してステップS108に進む。

【0052】ステップS106あるいはS107からステップS108に進むと、ステップS108では、DRY路面カウンタCdryがカウンタ最大値Cmaxよりも小さいか否かを調べ、DRY路面カウンタCdryがカウンタ最大値Cmaxよりも小さい場合にはステップS109に進み、DRY路面カウンタCdryをインクリメント（Cdry←Cdry+1）した後、ステップS112進む。



【0053】一方、ステップS108において、DRY路面カウンタCdryがカウンタ最大値Cmaxである場合には、そのままステップS112に進む。

【0054】また、ステップS103、S105、あるいは、S107からステップS110に進むと、ステップS110では、DRY路面カウンタCdryが予め設定されたカウンタ最小値Cminよりも大きいかな否かを調べ、DRY路面カウンタCdryがカウンタ最小値Cminよりも大きい場合にはステップS111に進み、DRY路面カウンタCdryをデクリメント ( $Cdry \leftarrow Cdry - 1$ ) した後、ステップS112に進む。

【0055】一方、ステップS110において、DRY路面カウンタCdryがカウンタ最小値Cminである場合には、そのままステップS112に進む。

【0056】ステップS112では、DRY路面カウンタCdryが予め設定された閾値Cdry1 ( $Cmin < Cdry1 < Cmax$ ) 以上であるかな否かを調べ、DRY路面カウンタCdryが閾値Cdry1以上である場合にはステップS113に進む。そして、ステップS113において、路面がドライ路面であることを示すDRY判定フラグFをON ( $F \leftarrow 1$ ) した後、ルーチンを抜ける。

【0057】一方、ステップS112において、DRY路面カウンタCdryが閾値Cdry1よりも小さい場合には、ステップS114に進む。

【0058】ステップS114では、DRY路面カウンタCdryが予め設定された閾値Cdry2 ( $Cmin < Cdry2 < Cdry1 < Cmax$ ) 以下であるかな否かを調べ、DRY路面カウンタCdryが閾値Cdry2以下である場合にはステップS115に進み、DRY判定フラグFをOFF ( $F \leftarrow 0$ ) した後、ルーチンを抜ける。

【0059】一方、ステップS114において、DRY路面カウンタCdryが閾値Cdry2よりも大きい場合には、そのままルーチンを抜ける。

【0060】このような実施の形態では、撮像された画像に基づいて車線検出を含む道路形状の認識を行い、ウェット路面である可能性が高いと判定した場合であっても、検出した車線の信頼度が設定された閾値よりも高いときにはドライ路面であると判定するので、路面の乾燥状態を精度よく検出することができる。

【0061】すなわち、ドライ路面においては、ウェット路面に比べて一般に、車線と路面との間の輝度差やエッジ強度が高くなることに起因して車線を連続的に検出することが容易となり、検出した車線の信頼度が高くなることに着目し、一旦ウェット路面である可能性が高いと判定した場合であっても車線信頼度が高い場合にはドライ路面であると判定するので、路面が乾燥状態であることを精度よく検出することができる。

【0062】特に、路面下の距離データ数(路面下データ数)を算出し、この路面下データ数が大きい場合に路面がウェット路面である可能性が高いと判定する判定方

法においては、夜間に対向車のヘッドライト光が路面に反射されている場合等にドライ路面であるにもかかわらずウェット路面である可能性が高いと誤判定する場合があるが、このような判定方法によって、一旦ウェット路面である可能性が高いと判定した場合であっても車線信頼度が高い場合にはドライ路面であると判定するのでドライ路面の検出精度を向上することができる。

【0063】また、路面平均輝度を算出し、この路面平均輝度が大きい場合には、路面は一面雪路面でありドライ路面ではないと判定することにより、ドライ路面の検出精度を向上することができる。

【0064】また、路面面上の距離データ数(路面面上データ数)を算出するとともに道路上の輝度分散値を算出し、路面面上データ数が大きく且つ道路上の輝度分散値が大きい場合には、路面はムラ雪路面でありドライ路面ではないと判定することにより、ドライ路面の検出精度を向上することができる。

【0065】そして、このような車外監視装置では、ドライ路面を精度よく認識して車両制御等に反映させることにより、燃費向上等を効果的に実現することができる。

【0066】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、車線検出を含む道路形状の認識を行い、路面が湿潤状態である可能性が高いと判定した路面であっても、検出された車線の信頼度が設定された閾値よりも高いときには、路面が乾燥状態であると判定することにより、路面の乾燥状態を精度よく検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ステレオ車外監視装置の機能ブロック図

【図2】画像上における車線検出領域を示す説明図

【図3】車線モデルの説明図

【図4】距離データ監視領域を示す説明図

【図5】乾燥路判定ルーチンを示すフローチャート

【図6】ドライ路面走行時における画像の一例を示す説明図

【図7】ウェット路面走行時における画像の一例を示す説明図

【図8】夜間ドライ路面走行時における画像の一例を示す説明図

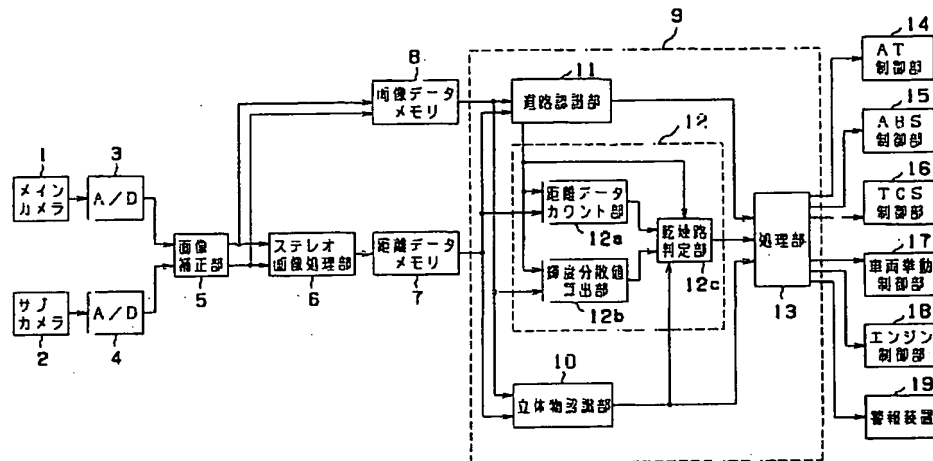
【符号の説明】

- 1 メインカメラ
- 2 サブカメラ
- 5 画像補正部
- 6 ステレオ画像処理部(ステレオ画像処理手段)
- 7 距離データメモリ
- 8 元画像メモリ
- 9 マイクロコンピュータ
- 10 立体物認識部
- 11 道路認識部(道路認識手段)

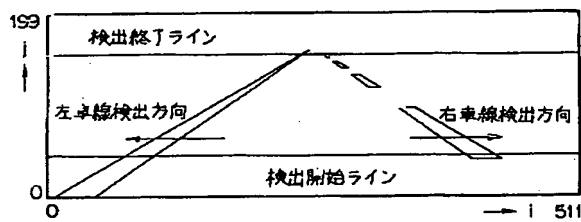
12 路面状態認識部 (路面状態認識手段)  
12a 距離データカウント部

12b 輝度分散値算出部  
12c 乾燥路判定部

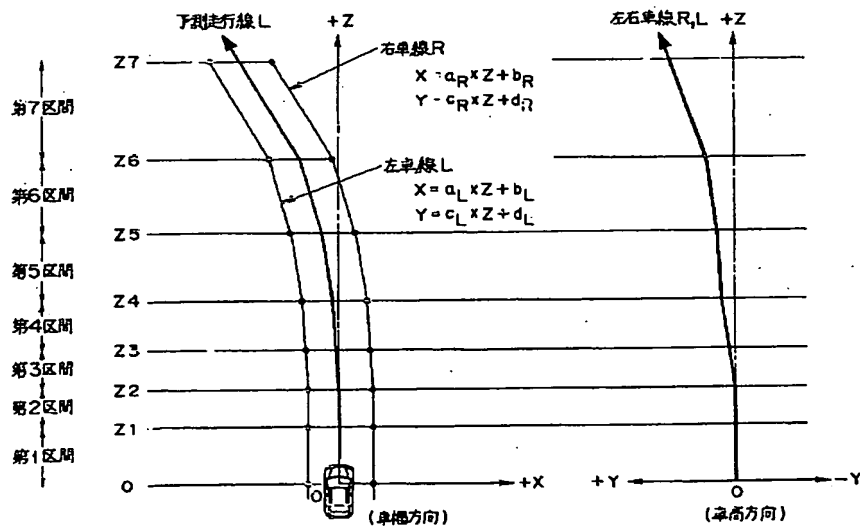
【図1】



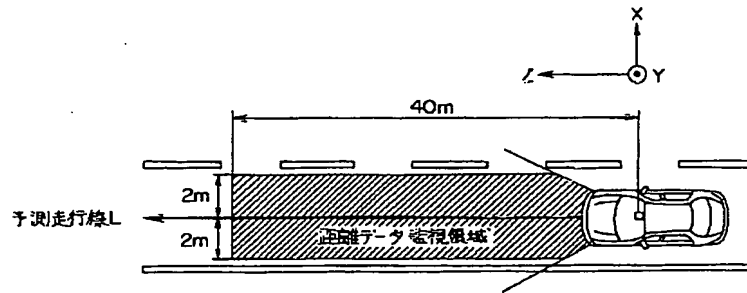
【図2】



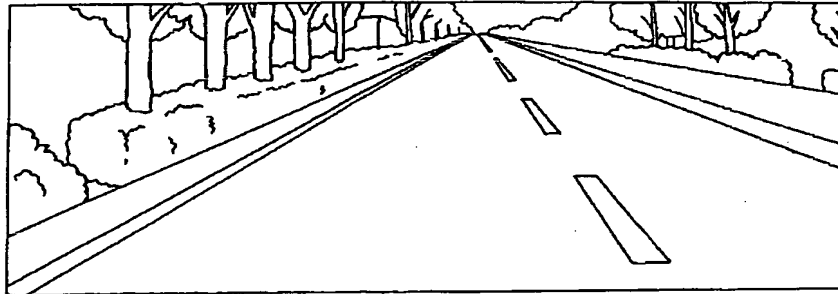
【図3】



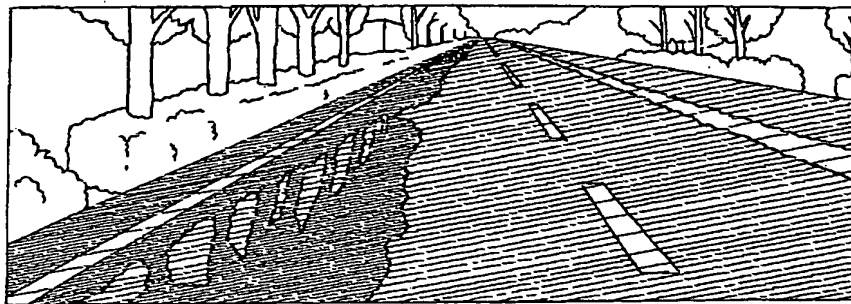
【図4】



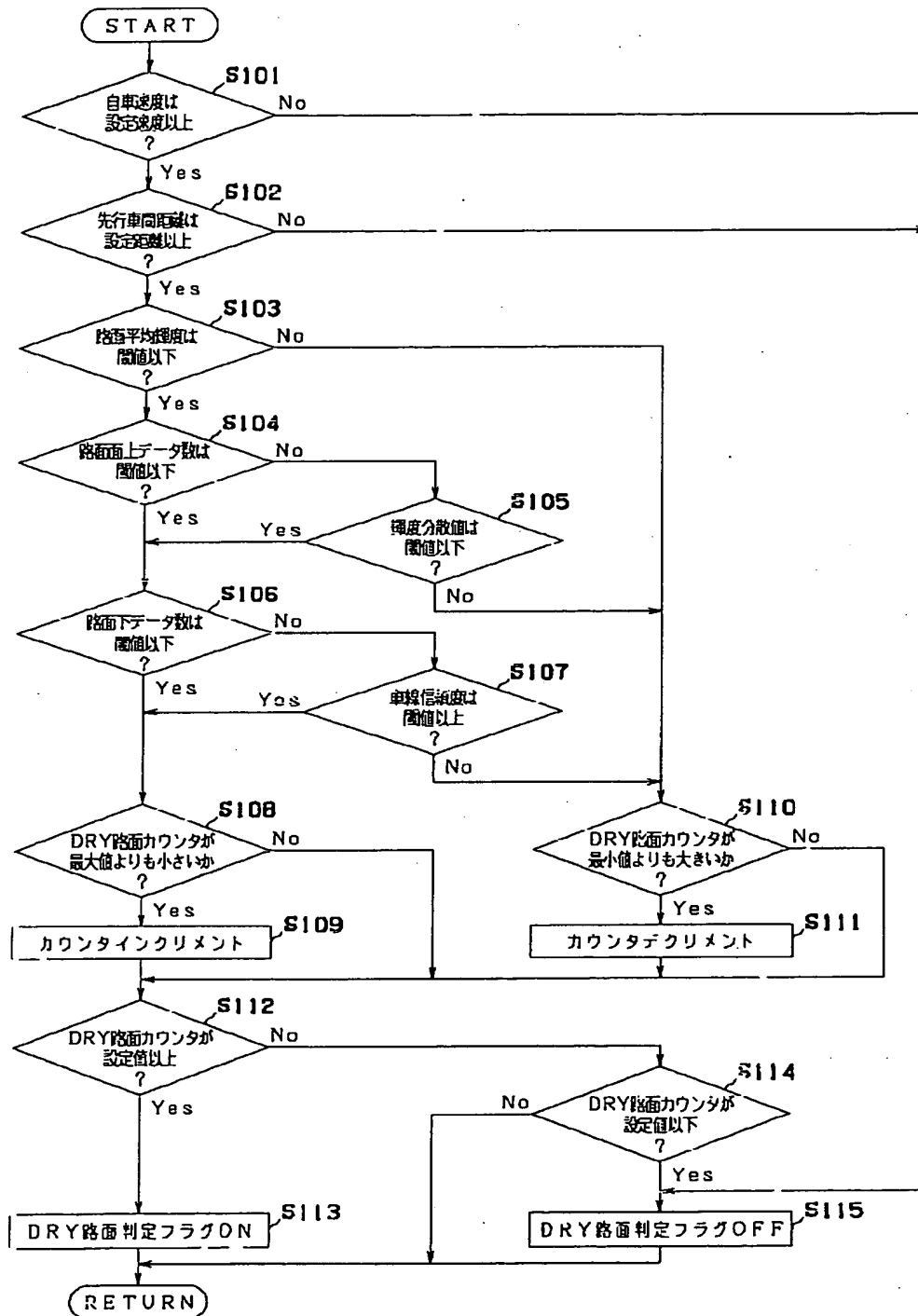
【図6】



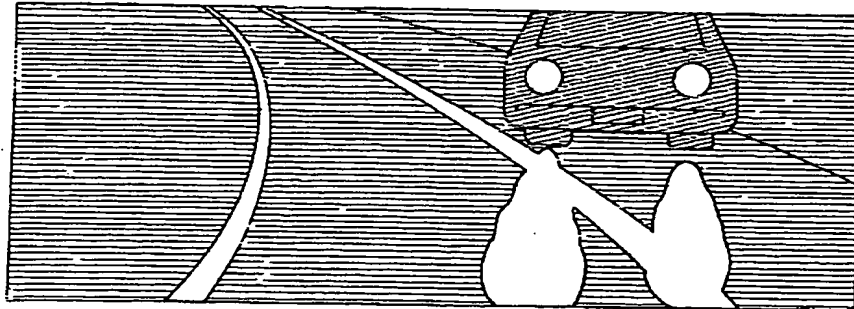
【図7】



【図5】



【図8】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA02 AA06 AA12 CC11 DD03  
FF05 FF09 HH02 JJ03 JJ05  
JJ26 MM23 QQ03 QQ17 QQ18  
QQ24 QQ32 QQ36 QQ42  
5B057 AA16 BA02 BA29 CA02 CA08  
CA13 CA16 CB02 CB08 CB13  
CB16 CC03 DA20 DB03 DB05  
DB09 DC22